Âge et croissance de *Liza aurata* (Mugilidae) des côtes tunisiennes

par

Rafika FEHRI-BEDOUI & Houcine GHARBI (1)

RÉSUMÉ. - L'âge et la croissance du mulet doré, *Liza aurata* (Risso, 1810), des côtes de Tunisie ont été étudiés en se basant sur deux méthodes. La première méthode, directe, a permis de déterminer la croissance relative, l'âge et la croissance absolue par scalimétrie. Les relations morphométriques entre les différentes longueurs L_t, L_f et L_{st} mesurées en mm ont été déterminées, elles sont du type linéaire. Les relations taille-poids entre la longueur totale en mm (L_t) et le poids en grammes (W) ont été établies pour la masse brute et la masse éviscérée, sexes séparés et sexes confondus : soit pour cette dernière : $W_p = 0{,}000008L_t^{3{,}0089}$ et $W_e = 0{,}000005L_t^{3{,}0611}$. La relation entre le rayon de l'écaille R exprimé en mm et la longueur du poisson (L_t en mm) établie sur 177 individus est de la forme $R = 0{,}0194L_t - 0{,}54$. La taille du poisson au moment de l'apparition des écailles a été estimée à $L_{t0} = 28{,}25$ mm. L'âge et la croissance absolue ont été déterminés à partir de l'étude de 225 écailles prélevées sur des individus de taille comprise entre 162 et 330 mm. Les rayons des écailles ont varié entre 1,82 et 6,31 mm. Le suivi mensuel de l'allongement marginal de l'écaille a permis de déterminer la période de formation de l'anneau d'arrêt de croissance, qui se situe au mois de février. Cette donnée nous a permis, connaissant la période de ponte, d'estimer les âges approximatifs de *Liza aurata* à la formation des anneaux d'arrêt de croissance. Les valeurs moyennes des tailles de poisson obtenues par rétro-calcul à chaque formation de ces anneaux s'adaptent bien au modèle de croissance de von Bertalanffy : $L_t = 364\ (1 - e^{-0{,}180\ (t + 1{,}810)})$. La deuxième méthode, indirecte, est basée sur l'échantillonnage mensuel. L'analyse des distributions des fréquences des tailles mesurées (L_t en mm) par la méthode de Bhattacharya a permis de déterminer les paramètres de croissance $L_\infty = 397$ mm ; $k = 0{,}164$ an^{-1} et $t_0 = -1{,}513$ années et d'estimer l'âge de chaque classe de taille. Les valeurs obtenues par cette méthode s'ajustent bien au modèle de croissance de von Bertalanffy $L_t = 397\ (1 - e^{-0{,}164\ (t + 1{,}513)})$. La croissance pondérale s'exprime respectivement par la méthode directe et indirecte comme suit : $W_p = 407\ (1 - e^{-0{,}180\ (t+1{,}810)})^{3{,}0089}$ et $Wp = 530\ (1 - e^{-0{,}164\ (t + 1{,}513)})^{3{,}0089}$. Le test χ^2 appliqué aux résultats des deux méthodes n'a pas montré de différence significative, ce qui autoriserait l'utilisation des paramètres de croissance de l'une ou l'autre méthode pour l'étude dynamique de cette espèce.

ABSTRACT. - Age and growth of *Liza aurata* (Mugilidae) along Tunisian coasts.

Age and growth of the golden grey mullet, *Liza aurata* (Risso, 1810), were studied using two different methods on Tunisian coasts. The first is a direct method that allowed the determination of the relative growth, the age, and the absolute growth using scalimetry. Morphometric linear relationships between different fish lengths (L_t, L_f and L_{st} measured in mm) were established. The relationships between length and growth were determined separately for females and males and then for grouped sexes. The equations expressed for the total and the eviscerated mass weight (g) were determined as: $W_p = 0.000008L_t^{3.0089}$ and $W_e = 0.000005L_t^{3.0611}$ respectively. The relationship between the scale radius (R in mm) and the fish total length (mm), established using 177 individuals, is: $R = 0.0194L_t - 0.54$. The fish length at the scale appearance moment, $L_{t0} = 28.25$ mm, corresponds to a value of $R = 0$. The age and the absolute growth were determined on the basis of individuals for which length is ranging between 162 to 330 mm. Around 225 scales were removed from the left side of the body below the pectoral fin. The readable scale radii is ranging from 1.82 to 6.31 mm. Marginal growth was monthly examined and the ring appearance time, for *Liza aurata*, was found to occur during February. These results, allowed the estimation of the approximate age to the appearance of the 'stop growth rings'. Back-calculations of total length-at-age were satisfactorily adjusted to von Bertalanffy growth model $L_t = 364\ (1-e^{-0.180\ (t + 1.810)})$. The second method, based on monthly samples, consisted of analyzing the measured total length frequency. Both sexes were considered and analyzed according to the Bhattacharya method. The class length-at-age and the growth parameters were estimated as: $L_\infty = 397$ mm; $k = 0.164$ year^{-1} and $t_0 = -1.513$ years. The resulting values were satisfactorily adjusted to the von Bertalanffy growth model $L_t = 397\ (1 - e^{-0.164\ (t + 1.513)})$. The growth weight-at-age determined using the above two methods, were respectively expressed as: $W_p = 407\ (1 - e^{-0.180\ (t + 1.810)})^{3.0089}$ and $W_p = 530\ (1 - e^{-0.164\ (t + 1.513)})^{3.0089}$. The χ^2 test applied to compare the results of the two methods did not show significant differences. Consequently, we can conclude that the dynamic study of *Liza aurata* can be undertaken using either results from both methods.

Key words. - Mugilidae - *Liza aurata* - MED - Tunisian coasts - Age - Growth.

En Méditerranée, les Mugilidae sont représentés par sept espèces : *Mugil cephalus, Chelon labrosus, Liza aurata, L. saliens, L. carinata, L. ramada* et *Oedachilus labeo* (Bauchot et Pras, 1980 ; Fischer *et al*., 1987). Ces poissons euryhalins, communément appelés muges, vivent en bancs dans les eaux côtières. Ils pénètrent dans les lagunes et dans les eaux douces. Leur large répartition les soumet à une activité de pêche intense utilisant des engins de capture variés (filets, sennes, sautade, bordigue, éperviers, nasses,…). En Tunisie, la pêche des muges, à l'exception de *Liza carinata* non signalée dans les eaux tunisiennes, constitue une activité à intérêt socio-économique soutenu. Ainsi, la connaissance du cycle biologi-

(1) Institut national des Sciences et Technologies de la Mer, Centre La Goulette, 2026 Port La Goulette, TUNISIE. [rafika.bedoui@instm.rnrt.tn]

que, de la croissance et de la dynamique des populations s'impose en vue d'une gestion rationnelle du stock.

Nous devons les premiers travaux sur la croissance des muges à Heldt (1948). Depuis, ils se sont multipliés et ont concerné aussi bien la croissance et la reproduction que la pêche et la migration (Farrugio et Quignard, 1974 ; Farrugio, 1975 ; Bruslé et Bruslé, 1977 ; Chauvet et Mkaouar, 1977 ; Chauvet, 1979). Aucun de ces auteurs ne traite de la biologie du mulet doré, *Liza aurata* (Risso, 1810), bien qu'à l'échelle nationale, sa production représente 45% de celle de l'ensemble des mugilidés, soit 1600 tonnes (Anonyme, 2002).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les individus étudiés proviennent de la pêche professionnelle des côtes tunisiennes (Fig. 1). Le mulet doré a été capturé à l'aide de filets maillants de longueur 100 m et de 2 à 5 m de chute. La maille du filet était de 24 mm de côté. Les captures ont été réalisées à des profondeurs inférieures à 20 m. La croissance de *Liza aurata* a été déterminée par méthodes directe et indirecte. La première est basée sur l'établissement de relations morphométriques entre les différentes longueurs et le poids du poisson d'une part, et sur la scalimétrie, d'autre part. La seconde, indirecte, est basée sur l'analyse des résultats de l'échantillonnage. Ce dernier a été effectué de façon aléatoire, au prorata des débarquements de la pêche côtière. Pour ces deux méthodes, les spécimens étudiés proviennent de lots différents.

Méthode directe

L'étude biologique, réalisée de mai 2000 à avril 2001, a concerné 612 individus dont 231 mâles, 264 femelles et 117 indifférenciés. La taille a été comprise entre 140 et 300 mm. Pour chaque poisson, nous avons mesuré la longueur totale (L_t), la longueur à la fourche (L_f) et la longueur standard (L_{st}) exprimées en mm avec une précision de 1 mm, ainsi que la masse pleine (W_p) et la masse éviscérée (W_e) exprimées en g avec une précision de 0,1 g. L'étude de l'âge et la croissance ont été réalisées par la scalimétrie. Six à huit écailles par poisson ont été prélevées sous la nageoire pectorale gauche. Les écailles nettoyées à l'eau sont montées entre deux lames et observées à la loupe binoculaire sous grossissement constant. À l'aide d'un micromètre, le rayon total des écailles (R) et les rayons r_1, r_2, r_3,... r_n des anneaux d'arrêt de croissance ont été relevés suivant le segment de droite joignant le nucléus à l'extrémité antéro-médiane de l'écaille. Les relations morphométriques reliant les différentes longueurs du poisson ainsi que la relation rayon de l'écaille-taille du poisson sont du type $Y = aX + b$. La relation taille-poids est du type $W = aL_t^b$. Pour cette dernière, nous avons calculé l'écart-type x (Sx), l'écart-type y (Sy), le coefficient de corrélation et l'erreur-type xy (Sdy). Afin de connaître le nombre de stries d'arrêt de croissance se formant annuellement ainsi que la période de leur formation, nous avons analysé les variations mensuelles de l'allongement marginal (AM) calculé d'après de la formule $AM = (R - r_n) / (r_n - r_{n-1})$ où r_n et r_{n-1} désignent respectivement le dernier et l'avant-dernier anneau d'arrêt de croissance. Les résultats de la croissance obtenus par scalimétrie ont été analysés et comparés à ceux de la croissance théorique calculés d'après le modèle de von Bertalanffy (1938) à l'aide du logiciel FSAS (Saul *et al.*, 1987). Ce modèle est exprimé par l'équation : $L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t - t0)})$ où L_t est la taille du poisson à l'instant t, L_∞ est la taille maximale théorique que le poisson est susceptible d'atteindre et t_0 est le temps théorique où $L_t = 0$.

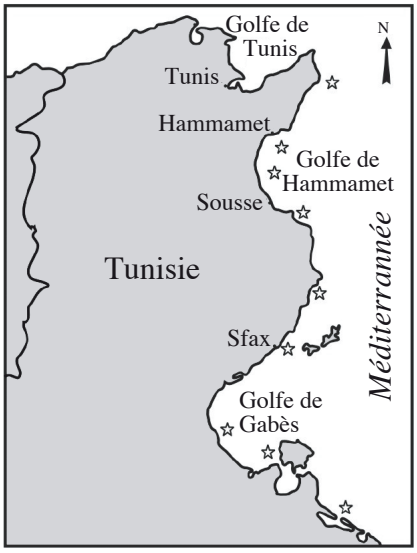

Figure 1. - Sites de collecte (☆) de *Liza aurata* le long des côtes de Tunisie. *[Sampling localities (☆) of* Liza aurata *catches along the Tunisian coasts.]*

Méthode indirecte

De mai 2000 à avril 2001, un échantillonnage a été réalisé une fois par mois dans différents points de débarquement des côtes de Tunisie (Fig. 1). Les effectifs échantillonnés ont été classés par mois et par classe de taille (intervalle 5 mm). Au total, l'effectif s'est élevé à 1741 individus tous sexes confondus de tailles comprises entre 95 et 300 mm. La croissance absolue a été établie à partir de l'analyse des distributions des tailles et leur décomposition en modes. Les différents modes obtenus correspondent à des pseudocohortes d'âges différents. Pour cette analyse, nous avons utilisé le logiciel FISAT (Gayanilo *et al.*, 1994) qui, faisant appel à la méthode de Bhattacharya (1967), permet d'estimer les paramètres de la croissance L_∞, k et t_0. Ces paramètres ont été ajustés à l'équation de von Bertalanffy et comparés à ceux obtenus par la méthode directe d'estimation de la croissance.

RÉSULTATS

Méthode directe

Croissance relative

Relations entre les différentes longueurs du corps

Nous avons établi les relations morphométriques suivantes : L_t/L_{st} ; L_f/L_{st} ; L_{st}/L_f pour les mâles, les femelles et les sexes confondus (Tab. I). Toutes sont de la forme :

$Y = ax + b$, donc linéaires.

Tableau I. – Relations morphométriques chez les femelles, les mâles et les sexes confondus de *Liza aurata* des côtes de Tunisie (L_t : longueur totale, L_f : longueur à la fourche et L_{st} : longueur standard en mm, N : nombre d'individus, R^2 : coefficient de corrélation, Sy : écart type y, Sx : écart type x, Sdy : erreur type). *[Morphometric relationships of* Liza aurata *(females, males and sexes grouped) from Tunisian coasts (L_t: total length, L_f: fork length, and L_{st}: standard length in mm, N: number of individuals, R^2: coefficient of correlation, Sy: standard deviation y, Sx: standard deviation x, Sdy: standard error.]*

	N	R^2	Équation	Sy	Sx	Sdy
Femelles	164	0,95	$L_t = 1,2383\ L_{st} + 4,848$	36,073	28,113	8,317
	164	0,96	$L_f = 1,073\ L_{st} + 10,897$	30,887	28,113	6,328
	164	0,98	$L_t = 1,151\ L_f - 6,891$	36,073	30,887	4,968
Mâles	126	0,93	$L_t = 1,2145\ L_{st} + 9,767$	25,474	20,174	5,539
	126	0,95	$L_f = 1,085\ L_{st} + 9,261$	22,496	20,174	4,379
	126	0,96	$L_t = 1,112\ L_f + 0,807$	25,474	22,497	4,256
Femelles + mâles	290	0,93	$L_t = 1,226\ L_{st} + 7,074$	31,792	26,521	7,168
	290	0,95	$L_f = 1,088\ L_{st} + 8,669$	28,471	26,521	12,469
	290	0,97	$L_t = 1,140\ L_f - 4,725$	31,792	31,792	14,457

Tableau II. - Relations taille-masse chez *Liza aurata* des côtes de Tunisie, femelles, mâles et sexes confondus (W_p : poids masse totale et W_e : poids masse éviscérée (g), L_t : longueur totale (mm), N : nombre d'individus, R^2 : coefficient de corrélation). *[Weight-length relationships of* Liza aurata *(females, males and sexes grouped) from Tunisian coasts. (W_p: total mass weight and W_e: eviscerated mass weight (g), L_t: total length (mm), N: number of individuals, R^2: coefficient of correlation.]*

	N	R^2	Équation
Femelles	161	0,946	$W_p = 0,000008\ L_t^{3,0083}$
	163	0,974	$W_e = 0,000006\ L_t^{3,0423}$
Mâles	71	0,95	$W_p = 0,000003\ L_t^{3,1613}$
	126	0,975	$W_e = 0,000003\ L_t^{3,1416}$
Femelles + mâles	370	0,954	$W_p = 0,000008\ L_t^{3,0089}$
	241	0,965	$W_e = 0,000005\ L_t^{3,0611}$

Relation taille masse

La relation est de la forme $W = aL^b$, W est la masse du poisson, L est sa longueur, a et b sont des constantes. Les relations ont été établies entre la masse pleine (W_p) et longueur totale (L_t) et masse éviscérée (W_e) et L_t chez les femelles, les mâles et les sexes confondus (Tab. II).

Relation entre le rayon de l'écaille et la longueur du poisson

Cette relation, déterminée à partir de 177 individus tous sexes confondus, s'exprime comme suit : $R = 0,0194L_t - 0,54$. La valeur du coefficient de corrélation ($R^2 = 0,796$) indique que la taille de l'écaille est bien dépendante de la taille du poisson. Cette relation nous permet en fait de déterminer la taille du poisson. À partir de l'équation obtenue, nous avons calculé la taille du poisson au moment de la formation de l'écaille. Ainsi, pour $R = 0$, L_t est égale à 28,25mm.

Âge et croissance absolue

Allongement marginal

Les variations mensuelles de l'allongement marginal ont été calculées sur 225 écailles de rayon compris entre 1,82 et 6,31 mm correspondant à des poissons de L_t : 162 et 330 mm. Les résultats de ces calculs sont regroupés dans le tableau III. L'allongement marginal croit de juin à septembre et commence à baisser à partir du mois d'octobre pour atteindre un minimum en février. La lecture des écailles n'a pas montré de doublets d'anneaux d'arrêt de croissance, ce qui nous permet de considérer la formation d'un seul anneau par an pendant l'hiver, période où les conditions sont défavorables pour la croissance du poisson.

Âge approximatif de Liza aurata

Les différentes classes de tailles du mulet doré ont été réparties entre les groupes d'âge établis en fonction du nombre des stries d'arrêt de croissance présentes sur l'écaille. Ainsi, les groupes sont désignés par 0^+, I^+, II^+, III^+, IV^+, etc. Sachant que la période de reproduction de *Liza aurata* se situe entre octobre et novembre (Fehri-Bedoui *et al.*, 2002) et que le premier anneau d'arrêt de croissance n'apparaît sur l'écaille qu'au deuxième hiver après l'éclosion, nous pouvons donc déduire, chez cette espèce, les âges approximatifs à la formation de chaque anneau (Tab. IV).

Mois	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
A.M.	0,71	0,66	0,69	0,78	0,97	0,84	0,73	0,74	0,49	0,25	0,66	0,74
Effectif	19	10	14	20	13	28	10	16	15	20	15	15

Tableau III. - Variations mensuelles de l'allongement marginal (AM en mm) des écailles chez *Liza aurata* des côtes de Tunisie. *[Monthly fluctuations of scale marginal growth (AM) of* Liza aurata *on Tunisian coasts.]*

Tableau IV. - Âges approximatifs de *Liza aurata* des côtes de Tunisie à la formation des anneaux d'arrêt de croissance sur les écailles (en mois). *[Approximate age of* Liza aurata *from Tunisian coasts at the appearance of the arrested growth annuli in the scales (in months).]*

Groupe d'âge	0^+	I^+	II^+	III^+	IV^+	V^+
Mois	< 15	15-16	27-28	39-40	41-42	53-54

Tableau V. - Valeurs moyennes des tailles mesurées (L_t), des rayons des écailles (R), des stries d'arrêt de croissance (r_n) (**A**) et des tailles rétrocalculées (L_{tn}) (**B**) à la formation des divers anneaux (mm) chez *Liza aurata* des côtes de Tunisie. *[Mean measured length (L_t), scale radius (R), rings (r_n) (**A**) and back-calculated length (L_{tn}) (**B**) at each annulus (mm) for* Liza aurata *from Tunisian coasts.]*

Âge	n	L_t	R	r_1	r_2	r_3	r_4	r_5
I^+	17	175,05	2,78	2,38				
II^+	39	208,15	3,38	2,13	2,94			
III^+	34	236,02	4,03	2,11	2,92	3,57		
IV^+	20	251,00	4.42	2,30	2,98	3,54	4,11	
V^+	13	256,23	5,82	2,35	2,99	3,48	3,96	4,42
Moyenne		225,29	4,09	2,25	2,96	3,53	4,03	4,42

A

Âge	L_{t1}	L_{t2}	L_{t3}	L_{t4}	L_{t5}
I^+	151,48				
II^+	138,38	180,16			
III^+	137,42	179,06	212,92		
IV^+	147,90	182,20	211,07	241,05	
V^+	149,83	182,74	208,40	233,08	257,28
Moyenne	144,83	181,04	210,79	237,06	257,27

B

Étude rétrospective de la croissance

Le tableau V récapitule les résultats du rétrocalcul des tailles des poissons à l'apparition de chaque anneau d'arrêt de croissance. Les valeurs moyennes des tailles correspondantes à chaque classe de taille ont été ajustées à l'équation de von Bertalanffy qui s'exprime comme suit :

$L_t = 364\ (1 - e^{-0,180\ (t + 1,810)})$ avec $R^2 = 0,999$ (Fig. 2).

Méthode indirecte

Les résultats de l'échantillonnage sont représentés par la figure 3. L'analyse des distributions de taille et leur décomposition en modes par la méthode de Bhattacharya nous a permis d'estimer l'âge et les paramètres de la croissance de *Liza aurata* (Tab. VI). Les valeurs moyennes des tailles correspondantes à chaque classe de taille ont été ajustées à l'équation de von Bertalanffy qui s'exprime comme suit :

$L_t = 397\ (1 - e^{-0,164\ (t + 1,513)})$ avec $R^2 = 0,999$ (Fig. 2)

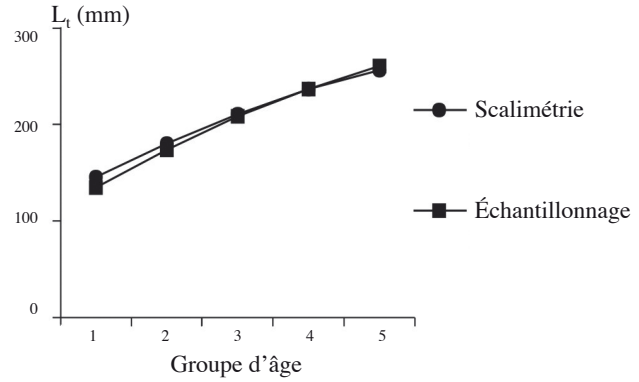

Figure 2. - Courbes théoriques de la croissance en longueur de *Liza aurata* des côtes tunisiennes ; L_t : longueur à l'apparition des anneaux d'arrêt de croissance (d'après le modèle de von Bertalanffy). *[Theoretical length growth curves of* Liza aurata *from Tunisian coasts; Lt: length at the appearance of arrested growth rings (according to the von Bertalanffy model).]*

Il n'y a pas de différence significative entre les résultats obtenus par les deux méthodes ($\chi^2_{calculé} = 0,87 < \chi^2_{théorique} = 9,49$; $p = 0,05$).

Croissance pondérale

Selon la méthode de von Bertalanffy, la croissance pondérale (Fig. 4), résultante des deux méthodes, s'exprime comme suit :

méthode directe : $W_p = 407\ (1 - e^{-0,180\ (t + 1,810)})^{3,0089}$

méthode indirecte : $W_p = 530\ (1 - e^{-0,164\ (t + 1,513)})^{3,0089}$

À âge égal, ces relations ne présentent pas de différence significative entre les poids calculés ($\chi^2_{calculé} = 0,68 < \chi^2_{théorique} = 9,49$; $p = 0,05$).

DISCUSSION

Nos résultats sur la croissance relative de *Liza aurata*, comparés à ceux de Farrugio (1975) (Tab. VII), n'ont pas montré de différences significatives pour les relations L_t/L_f, L_t/L_s et L_t/L_s. Dans les trois cas $\chi^2_{calculé} = 0,99 < \chi^2_{théorique} = 10,92$; $p = 0,05$. Les relations taille-masse chez les deux sexes montrent qu'à taille égale le poids corporel est plus élevé chez les femelles. Farrugio (1975) et Koutrakis et Sinis (1994) ont observé le même phénomène chez d'autres espèces de muges (*Liza ramada, L. saliens* et *Chelon labrosus*) particulièrement après la taille de première maturité sexuelle.

La taille des larves à l'éclosion des mugilidés présente, selon les régions, des variabilités inter et intraspécifiques (Yashouv et Berner-Samsonov, 1970). Cependant, l'écaille apparaît toujours plus tard. Ainsi, la taille de la larve à l'éclosion de *Liza aurata* a été estimée à 2,35 mm (Vodianicky et Kasanova, 1954) et le présent travail montre que les écailles apparaissent à la taille $L_{st} = 17,27$ mm. Cette valeur est comprise entre celles trouvées chez les juvéniles de *L. ramada*,

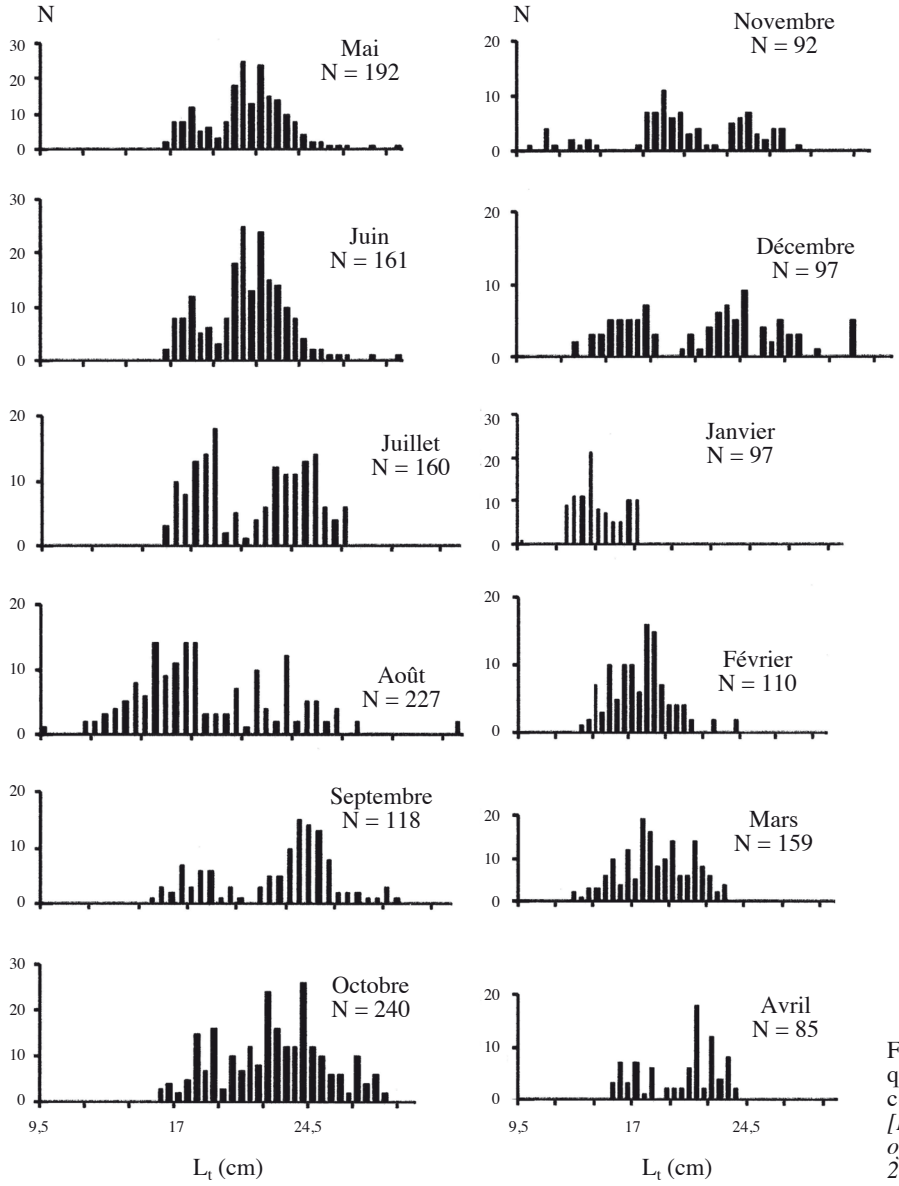

Figure 3. - Distributions mensuelles des fréquences de taille (cm) de *Liza aurata* des côtes tunisiennes (mai 2000-avril 2001). *[Monthly length-frequency distribution (cm) of* Liza aurata *along Tunisian coasts (May 2000-April 2001).]*

Paramètres	L_∞ = 364 mm k = 0,180 année^{-1} t_0 = -1,810 année		L_∞ = 397 mm k = 0,164 année^{-1} t_0 = -1,513 année	
Groupe d'âge	Méthode directe		Méthode indirecte	
	Tailles observées (mm) (Scalimétrie)	Tailles calculées (mm) (von Bertalanffy)	Tailles observées (mm) (Bhattacharya)	Tailles calculées (mm) (von Bertalanffy)
I$^+$	145	144,5	135,5	134,3
II$^+$	181	180,7	173,7	174,1
III$^+$	211	210,9	207,5	207,9
IV$^+$	237	236,1	233,2	236,5
V$^+$	257	257,2	265,0	260,9

Tableau VI. - Paramètres de croissance et âges de *Liza aurata* estimés par méthodes directe (scalimétrie) et indirecte (analyse des pseudocohortes). *[Growth parameters and age of* Liza aurata *estimated by direct (scale method) and indirect (pseudocohort analysis) methods.]*

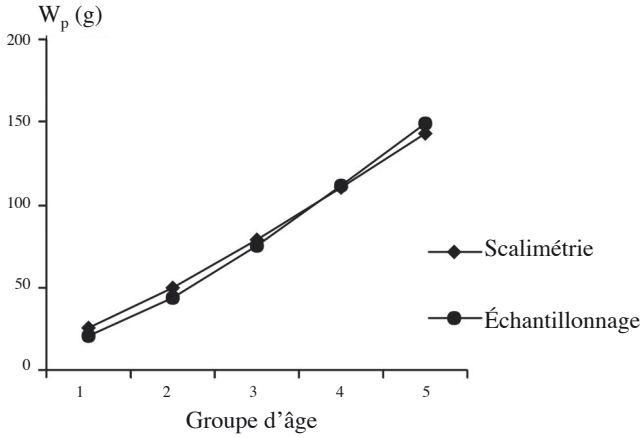

Figure 4. - Courbes théoriques de croissance pondérale de *Liza aurata* des côtes tunisiennes ; W_p : poids à l'apparition des anneaux d'arrêt de croissance (d'après le modèle de von Bertalanffy). *[Theoretical weight growth curves of* Liza aurata *from Tunisian coasts; W_p: weight at the appearance of arrested growth rings (according to the von Bertalanffy model).]*

Tableau VII. - Relations morphométriques de *Liza aurata* des côtes de Tunisie d'après Farrugio (1975) (cm) et le présent travail (mm). L_t : longueur totale, L_f : longueur à la fourche, L_{st} : longueur standard. *[Morphometric relationships of* Liza aurata *from Tunisian coasts according to Farrugio (1975) (cm) and the present results (mm). L_t: total length, L_f: fork length, and L_{st}: standard length.]*

$L_t = 1{,}230\ L_{st} + 0{,}210$ $L_{st} = 0{,}990\ L_f - 0{,}610$ $L_t = 1{,}1230\ L_f - 2{,}090$	Farrugio (1975)
$L_t = 1{,}226\ L_{st} + 7{,}074$ $L_f = 1{,}088\ L_{st} + 8{,}669$ $L_t = 1{,}140\ L_f - 4{,}725$	Présent travail

Tableau VIII. - Paramètres de croissance déterminés par scalimétrie chez différentes espèces de muges en Atlantique (côte européenne) et en Méditerranée. *[Growth parameters estimated by scalimetry of different mullet species in the Atlantic (European coasts) and the Mediterranean sea.]*

Espèce		a	b	$L_{\infty\,(mm)}$	k	t_0	Localité	Auteur
Liza aurata		0,00019	4,0500	1164,0	0,0061	0,242	Grande-Bretagne	Hickling (1970)
		1,0023	2,8767	577,1	0,2010	-0,083	Mont-Saint-Michel (France)	Thong (1969a)
	Juin	$4{,}6866.10^{-5}$	3,0446	-	-	-	Golfe du Morbihan (France)	Thong (1971)
	Juillet	0,0001	2,6108	-	-	-		
	Août	0,0001	2,4931	-	-	-		
	1989	0,0088	2,9510	-	-	-	Adriatique Est	Kraljević *et al*. (1994)
	1990	0,0046	3,1430	-	-	-		
	1991	0,0054	3,1220	-	-	-		
		-	-	511,0	0,2240	-0,019	Golfe de Gascogne	Arne (1938)
		$0{,}8.10^{-5}$	3,0089	364,0	0,1800	-1,810	Côtes tunisiennes	Présent travail
Mugil cephalus		$6{,}5375.10^{-6}$	3,0946	-	-	-	Mer de Marmara	Erman (1959)
		$4{,}4183.10^{-5}$	2,7329	-	-	-	Bosphore	Erman (1959)
		$1{,}7198.10^{-5}$	2,8962	740,0	0,3900	0,383	Égypte	Zaky-Rafail (1968)
Liza ramada		$5{,}4691.10^{-6}$	3,0401	492,9	0,2020	0,494	Grande-Bretagne	Hickling (1970)
		$1{,}2050.10^{-6}$	2,9679	-	-	-	Mont-Saint-Michel	Thong (1969a)
		$3{,}6183.10^{-6}$	3,1476	-	-	-	Estuaire de la Rance	Thong (1969b)
		$1{,}3464.10^{-6}$	2,9141	623,9	0,2170	-0,221	Égypte	Zaky-Rafail (1968)
		$1{,}720.10^{-5}$	3,0130	456,0	0,1810	-0,837	Porto-Lagos et lac Vistonis (Grèce)	Koutrakis et Sinis (1994)
Liza saliens		$1{,}4992.\ 10^{-5}$	2,8991	364,0	0,4470	0,523	Égypte	Zaky-Rafail (1968)
		-	-	541,0	0,2900	-0,217	Mer Noire	Alexandrova (1964)
		$1{,}290.10^{-5}$	3,0540	294,0	0,2790	-0,346	Porto-Lagos et lac Vistonis (Grèce)	Koutrakis et Sinis (1994)
Chelon labrosus		$2{,}4466.\ 10^{-7}$	3,6106	-	-	-	Grande-Bretagne	Hickling (1970)
		$3{,}3356.\ 10^{-5}$	2,8514	-	-	-	Dardanelles (Turquie)	Erman (1961)
		$1{,}590.10^{-5}$	3,0430	358,0	0,2870	-0,406	Porto-Lagos et lac Vistonis (Grèce)	Koutrakis et Sinis (1994)

Tableau IX. - Tailles à la formation des anneaux d'arrêt de croissance : résultats scalimétriques de la croissance de *Liza aurata* en Atlantique, en Méditerranée et en mer Noire (longueur totale et longueur à la fourche (*) en mm). *[Lengths at the appearance of arrested growth rings : scalimetry results of the growth of* Liza aurata *from the Atlantic, the Mediterranean and the Black Sea (total length and fork length (*) in mm.]*

Régions		Taille (mm)					
		L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6
Atlantique	Golfe de Gascogne (Arne, 1938)	112	174	271	311	349	-
	Côtes armoricaines (Thong, 1969a)	91*	162*	223*	257*	293*	326*
	Grande-Bretagne (Hickling, 1970)	50	107	187	242	265	343
	Golfe du Morbihan (Thong, 1971)	80*	172*	215*	256*	282*	313*
Méditerranée	Lagunes italiennes (Serbetis, 1939)	135	250	335	392	-	-
	Lacs tunisiens (Heldt, 1948)	188	270	320	-	-	-
	Étang de Berre (Ezzat, 1965)	127	188	254	303	340	410
	Côtes tunisiennes (Présent travail)	145	181	211	236	258	-
		129*	159*	188*	215*	237*	-
Mer Noire	Mer Noire (Alexandrova, 1964)	130	240	327	375	415	450

L_{st} = 11 mm et *Chelon labrosus*, L_{st} = 41 mm (Farrugio et Quignard, 1974). Ces différences seraient liées au processus chronologique et spécifique du développement larvaire de chaque espèce. Ayant un rôle protecteur, l'écaille limiterait la vulnérabilité du poisson vis-à-vis des conditions traumatisantes environnementales. Comme les muges, en général, font l'objet d'élevage et d'opérations d'empoissonnement des plans d'eau à travers le monde à partir d'alevins collectés dans le milieu naturel, la taille L_{t0} à laquelle le corps est recouvert d'écailles devrait être retenue comme "taille seuil" de collecte afin de réduire les effets traumatisants de la manipulation (collecte, transport, acclimatation et lâcher) et des conditions biotiques et abiotiques du milieu ensemencé.

L'hiver, période de formation de l'anneau sur l'écaille marquant l'arrêt de croissance de *Liza aurata*, semble être aussi défavorable pour d'autres espèces de muges ; *Liza ramada* et *Chelon labrosus* (Farrugio et Quignard, 1974). Dans une étude sur l'âge et la croissance des mugilidés, une synthèse des paramètres de croissance a été richement commentée par Quignard et Farrugio (1981). À titre comparatif, nous empruntons à cette dernière certains paramètres, en particulier ceux de *Liza aurata* obtenus par scalimétrie et chez les deux sexes confondus. Les paramètres de croissance de *Liza aurata* des côtes tunisiennes sont comparables à ceux d'autres espèces de mugilidés de la Méditerranée (côtes grecques) et de l'Atlantique (golfe du Morbihan) (Tab. VIII). Cependant, Kraljević *et al*. (1994) observent, sur une durée de trois ans, une variabilité annuelle des paramètres a et b chez *Liza aurata* au niveau de l'estuaire de Mirna en Adriatique Est. De même, Thong (1971) montre chez *Liza aurata* du golfe du Morbihan une variabilité mensuelle de ces paramètres durant la période de ponte qui est estivale et étalée sur trois mois, période différente de celle des côtes tunisiennes où elle est surtout automnale. Il est à remarquer qu'en Atlantique (côtes de la Grande-Bretagne), *Liza aurata* présente une croissance totalement différente ; un coefficient d'allométrie b = 4,05 et L_∞ = 1164 mm (Hickling, 1970), valeurs nettement supérieures à celles trouvées dans les autres régions.

En Tunisie, le premier ralentissement annuel de la croissance de *Liza aurata* des lacs et de la mer survient à des tailles, L_1, supérieures à celles qui sont trouvées dans les eaux méditerranéennes et atlantiques, notamment au niveau des côtes armoricaines et dans le golfe du Morbihan (Tab. IX). D'après les résultats de nombreuses études réalisées dans différentes régions par différents auteurs, Quignard et Farrugio (1981) rapportent que la variabilité de croissance relevée chez les différentes espèces de mugilidés pourrait provenir d'une erreur de lecture des anneaux d'arrêt de croissance, de la sous-estimation de L_1 et L_2 dans le cas de lecture d'otolithes ou des rayons épineux des nageoires, de la densité de la population et par conséquent de la disponibilité de nourriture et de la migration qui favorise le mélange entre populations migrantes et locales.

Le tableau IX comparatif de la croissance de *Liza aurata* dans différentes régions de la Méditerranée, de la mer Noire et de l'Atlantique, montre que les tailles à la formation des anneaux d'arrêt de croissance sur les côtes tunisiennes sont très proches de celles du golfe de Gascogne, de l'étang de Berre, de Port-de-Bouc et des côtes armoricaines (Arne, 1938 ; Ezzat, 1965 ; Thong, 1969a). En revanche, nous relevons que les tailles aux arrêts de croissance de cette espèce des côtes tunisiennes et relatives aux âges IV et V sont inférieures à celles mentionnées dans les lacs tunisiens, les lagunes italiennes et la mer Noire (Serbetis, 1938 ; Heldt, 1948 ; Alexandrova, 1964).

Les résultats obtenus par analyse des fréquences de taille corroborant ceux de la scalimétrie, nous attribuons les différentes tailles (L_∞) estimées pour une même espèce (Tab. VIII) à la spécificité et aux particularités écologiques des milieux où vit le poisson. En effet, le poisson trouve dans les milieux lagunaires et les lacs les conditions trophiques propices à une meilleure croissance (Losse *et al*., 1991 ; Kraiem *et al*., 2001 ; Fehri-Bedoui *et al*., 2001) qu'en mer.

Cette étude nous a permis de déterminer l'âge et les paramètres de la croissance de *Liza aurata* par scalimétrie et par

analyse des fréquences de taille. Statistiquement, il n'y a pas de différence significative entre les résultats obtenus par les deux méthodes. Ceci nous permettrait d'utiliser les résultats obtenus par l'une ou l'autre méthode pour traiter les problèmes de dynamique des populations et d'évaluation des stocks.

RÉFÉRENCES

ALEXANDROVA K., 1964. - Particularities in the growth of *Mugil auratus* R. along the Bulgarian coast of the Black Sea. *Izv. Tsentr. Nauch. Iwsl. Rib. Varna*., 4: 80-87.

ANONYME, 2002. - Annuaire des Statistiques des Pêches, 214 p. DGPA, Ministère de l'Agriculture, Tunisie.

ARNE P., 1938. - Contribution à l'étude de la biologie des muges du Golfe de Gascogne. *Rapp. Comm. Int. Explor. Mer Médit*., 11: 77-115.

BAUCHOT M.-L. & A. PRAS, 1980. - Guide des Poissons marins d'Europe. 427 p. Neuchâtel (Switzerland): Delachaux & Niestlé.

BHATTACHARYA C.G., 1967. - A simple method of resolution of a distribution into gaussian components. *Biometrics*, 23: 115-135.

BRUSLÉ S. & J. BRUSLÉ, 1977. - Les muges de Tunisie : pêche lagunaire et biologie de la reproduction de trois espèces (*Mugil capito, Mugil cephalus* et *Mugil chelo*) des lacs d'Ichkeul et de Tunis. *Rapp. Comm. Int. Explor. Mer Médit*., 24: 5.

CHAUVET C., 1979. - Estimations du peuplement de muges du lac et de la baie de Tunis. *Rapp. Comm. Int. Explor. Mer Médit*., 25/26: 3.

CHAUVET C. & M. MKAOUAR, 1977. - Résultats d'une expérience de marquage sur les muges de lac de Tunis. *Bull. Off. Natl. Pêch. Tunisie*, 1: 181-187.

ERMAN F., 1959. - Observations on the biology of the common grey mullet (*Mugil cephalus*). *Proc. Tech. Gen. Fish. Counc. Medit*., 5: 157-169.

ERMAN F., 1961. - On the biology of thicklipped grey mullet (*Mugil chelo* Cuv.) *Rapp. Comm. Int. Explor. Mer Médit*., 16: 277- 285.

EZZAT A., 1965. - Contribution à l'étude de la biologie de quelques Mugilidae de la région de l'étang de Berre et de Port-de-Bouc. Thèse Doctorat, 255 p. Univ. Aix-Marseille II.

FARRUGIO H., 1975. - Les muges (Poissons téléostéens) de Tunisie. Répartition et pêche. Contribution à leur étude systématique et biologique. Thèse 3e cycle, 201 p. Univ. Montpellier II.

FARRUGIO H. & J.-P. QUIGNARD, 1974. - Biologie de *Mugil (Liza) ramada* Risso, 1826 et *Mugil (Chelon) labrosus* Risso, 1826 (Poissons, Téléostéens, Mugilidés) du lac de Tunis. *Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô*, 2: 565-579.

FEHRI-BEDOUI R., GHARBI H., KRAIEM M.M. & A. EL ABED, 2001. - Particularité écologique et niveau de production d'une lagune tunisienne le lac Ichkeul. *Rapp. Comm. Int. Explor. Mer Médit*., 36: 1.

FEHRI-BEDOUI R., GHARBI H. & A. EL ABED, 2002. - Période de reproduction et maturité sexuelle de *Liza aurata* des côtes Est et Sud de la Tunisie. *Bull. Inst. Natl. Sci. Tech. Mer Salammbô*, 29: 11-15.

FISCHER W., SCHNEIDER M. & M.L. BAUCHOT, 1987. - Fiches FAO d'Identification des Espèces pour les Besoins de la Pêche. Méditerranée et Mer Noire. Zone de Pêche 37, Révision 1. Vol. II, Vertébrés: 763-1529, Rome: FAO.

GAYANILO F.C., SPARRE P. & D. PAULY, 1994. - The FAO-ICLAR: Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide. Computerized Information Series (Fisheries) n° 6, 186 p. Rome: FAO.

HELDT H., 1948. - Contribution à l'étude de la biologie des muges des lacs tunisiens. *Bull. Stat. Océanogr. Salammbô*, 41: 1-35.

HICKLING C.F., 1970. - A contribution to the natural history of the English grey mullet (Pisces, Mugilidae). *J. Mar. Biol. Ass. UK*, 50: 609-633.

KOUTRAKIS E.T. & A.I. SINIS, 1994. - Growth analysis of grey mullets (Pisces, Mugilidae) as related to age site. *Isr. J. Zool*., 40: 35-53.

KRAIEM M.M., BEN HAMZA C., RAMDANI M., FATHI A.A., ABDELZAHAR H.M.A. & R.J. FLOWER, 2001. - Some observations on the age and growth of thin-lipped grey mullet, *Liza ramada* Risso, 1826 (Pisces, Mugilidae) in three North African wetland lakes: Merja Zerga (Morocco), Garaat Ichkeul (Tunisia) and Edku Lake (Egypt). *Aquat. Ecol*., 35: 335-345.

KRALJEVIĆ M., DULČIĆ J., KAČIĆ I., PALLAORO A. & I. JARDAS, 1994. - Ichthyological analysis of catches from the Mirna Estuary, Eastern Adriatic. *Acta Adriat*., 35: 69-82.

LOSSE G.F., NAU W. & M. WINTER, 1991. - Le Développement de la Pêche en Eau douce dans le Nord de la Tunisie. 418 p. Tunis: Coopération technique tuniso-allemande. CGP Ministère de l'agriculture.

QUIGNARD J.-P. & H. FARRUGIO, 1981. - Age and growth of grey mullet. *In*: Aquaculture of grey Mullets, International Biological Programme 26 (Oren O.H., ed.), pp. 155-184. Cambridge: Cambridge Univ. Press.

SAUL B.S., CONRAD W.R. & H.P. MICHAEL, 1987. - Basic fishery science program: A compendium microcomputer programs and manual operation. *Dev. Aquacult. Fish. Sci*., 18: 85-125.

SERBETIS C.D., 1939. - L'edad e l'accrescimento di Mugilidi. *Boll. Pesca, Piscic. Idrobiol*., 15: 628-707.

THONG L.M., 1969a. - Contribution à l'étude de la biologie des Mugilidés (Poissons Téléostéens) des côtes du Massif armoricain. *Trav. Fac. Sci. Rennes, Sér. Océanogr. Biol*., 2: 55-182.

THONG L.M., 1969b. - Contribution à l'étude de la biologie des Mugilidés (Poissons Téléostéens) des côtes du Massif armoricain. *Bull. Soc. Sci. Bretagne*, 44: 137-148.

THONG L.M, 1971. - Notes sur la croissance du mulet *Mugil (Liza) auratus* Risso 1810 (Téléostéen Mugilidé) dans la partie orientale du golfe du Morbihan. *Trav. Lab. Biol. Halieut., Univ. Rennes*, 5: 3-27.

VODIANICKY V.A. & I.I. KASANOVA, 1954. - Diagnostic description of the eggs and larvae of Black Sea fishes. *Trudy, Vniro*, XXVIII: 240-325. *In*: Notes sur la Croissance du Mulet *Mugil (Liza) auratus* Risso, 1810 (Téléostéen Mugilidé) dans la Partie Orientale du Golfe du Morbihan. *Trav. Lab. Biol. Halieut., Univ. Rennes*, 5: 3-27. [Traduit du russe]

VON BERTALANFFY L., 1938. - A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol*., 10: 181-213.

YASHOUV A. & E. BERNER-SAMSONOV, 1970. - Contribution to the knowledge of eggs and early larval stages of mullets (Mugilidae) along the Israeli coast. *Bamidgeh*, 2: 72-89.

ZAKY-RAFAIL S., 1968. - Investigations of mullet fisheries by beach seine on the UAR Mediterranean coast. *Stud. Rev. Gen. Fish. Counc. Medit*. 35: 1-19.

Reçu le 21 juillet 2003.
Accepté pour publication le 4 mai 2004.